



## Model Kuasa untuk Hidrolisa Enzimatis Kulit Kelapa dengan Delignifikasi Asam Sulfat

Rudy Agustriyanto\*, Akbarningrum Fatmawati

Program Studi Teknik Kimia, FT, Universitas Surabaya, Surabaya  
Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya, 60293

\*E-mail: [rudy.agustriyanto@staff.ubaya.ac.id](mailto:rudy.agustriyanto@staff.ubaya.ac.id)

### Abstract

Two established chemical delignification method employing sulfuric acid and sodium hydroxide are often used for lignocellulosic material. In this study, the enzymatic hydrolysis of coconut coir with 1.5% dilute sulfuric acid delignification at 105°C were evaluated. This reaction is one of the stages in the process of converting lignocellulosic biomass into alternative fuels. The reducing sugar as a product of enzymatic hydrolysis can be further fermented to yield bioethanol or biohydrogen. Experiments were conducted for various concentrations of coconut fiber (i.e. 0.1; 0.2; 0.4; 1 and 2 g/100mL). Data from the experiment were then modeled by the power model so that the parameters can be determined. It was found that model parameters were different for each coconut fibre concentrations. The power model fits well with the experimental data as indicated by their  $R^2$  values.

**Keywords:** Power Model, kinetic, hydrolysis, coconut coir, acid delignification

### Pendahuluan

Kulit kelapa atau sabut kelapa adalah limbah lignoselulosa yang tersedia berlimpah di Indonesia dan sering dimanfaatkan bersama tempurung kelapa untuk bahan bakar di warung / restoran untuk menghasilkan ikan bakar. Beberapa produk lain yang berasal dari sabut kelapa antara lain adalah kesed, olahan serat (cocofiber) yang berupa bahan baku jok mobil, matras, atau olahan bubuk (cocopeat blok) yang dapat dipakai sebagai media tanam.

Lignin adalah kandungan utama dengan kadar tertinggi dalam kulit buah kelapa yang berperan pada kekakuan (stiffness). Komposisi kimia kulit buah kelapa bervariasi tergantung umur buah, namun secara umum ditunjukkan pada Tabel.1 (Rajan et al, 2005).

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Serat Kulit Kelapa

Komponen	%
Lignin	45,4
Selulosa	43,44
Pectin dan senyawa terkait	3,0
Hemiselulosa	0,25
Abu	2,22

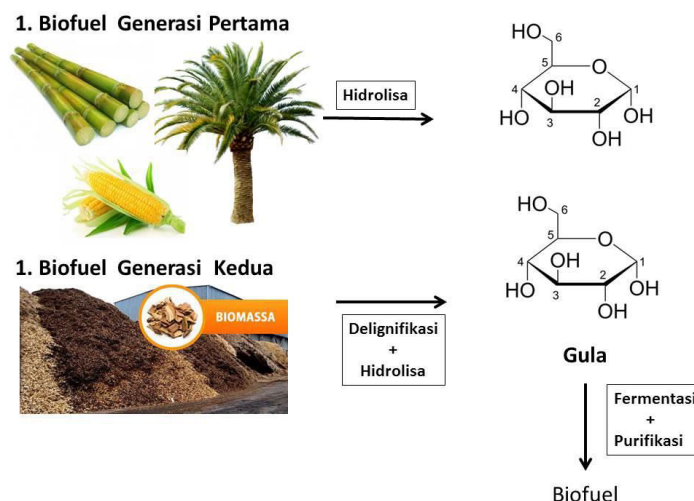
Biomassa lignoselulosa seperti kulit kelapa ini dapat dihidrolisa menjadi gula dengan terlebih dahulu diberikan perlakuan awal (delignifikasi) yang bertujuan agar kandungan selulosa meningkat dan dapat segera dihidrolisa. Delignifikasi asam sulfat adalah termasuk perlakuan awal secara kimia. Beberapa metode delignifikasi yang ada antara lain perlakuan kimia (dengan air panas, asam, basa, pelarut organik dan sebagainya), perlakuan biologi (menggunakan jamur, kapang), perlakuan mekanis (ultrasonik, milling), kombinasi mekanis kimia (steam explosion, ammonia fibre explosion).

Gula yang dihasilkan dari proses hidrolisa bahan limbah lignoselulosa dapat difermentasi lebih lanjut untuk menghasilkan biofuel generasi kedua seperti bioethanol (Sun and Cheng, 2002). Adapun biofuel generasi pertama adalah biofuel yang dihasilkan dari pati, gula dan tanaman, seperti bioethanol yang diperoleh dari tebu, sereal; dan biodiesel dari bunga matahari, kedelai dan tanaman palem seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Fatmawati et al (2013) menghidrolisa kulit kelapa dengan perlakuan awal menggunakan NaOH encer dan diperoleh kondisi terbaik delignifikasi pada suhu 100°C dengan konsentrasi 11%. Pengaruh suhu dan konsentrasi telah dipelajari pada studi tersebut. Kemudian Agustriyanto dan Fatmawati (2014) melakukan pemodelan batch hidrolisa enzimatis sabut kelapa dengan pengolahan awal larutan NaOH dengan tujuan untuk mendapatkan



parameter kinetiknya yaitu untuk model kuasa. Perbandingan antara model kuasa dan model dinamika orde satu telah dilakukan dan diperoleh bahwa model kuasa lebih diskukai yang ditunjukkan dengan lebih tingginya nilai  $R^2$  untuk sebagian besar hasil percobaan. Parameter kinetika Michaelis Menten untuk reaksi ini juga sudah diperoleh (Fatmawati and Agustriyanto, 2015).



**Gambar 1.** Sintesa Biofuel Generasi Pertama dan Kedua

Perlakuan awal pada kondisi asam adalah perlakuan pada biomassa lignoselulosik dengan menggunakan asam seperti asam sulfat, asam oksalat, dan sebagainya. Perlakuan dengan asam encer dipandang sebagai metode perlakuan awal yang murah dan efektif (Kim et al, 2005). Pada studi pendahuluan, Agustriyanto et al (2012) telah mempelajari produksi glukosa melalui perlakuan awal asam sulfat encer dimana hasil terbaik diperoleh pada perlakuan awal pada suhu 100°C dengan menggunakan 1,5% konsentrasi asam. Hidrolisa dilakukan pada suhu 50°C dengan pH 4. Namun demikian, pada penelitian sebelumnya aspek kinetika belum diteliti. Adapun tujuan penelitian ini adalah menginvestigasi lebih lanjut kelakuan hidrolisa enzimatis kulit kelapa dalam fungsi waktu untuk berbagai berat awal sabut kelapa.

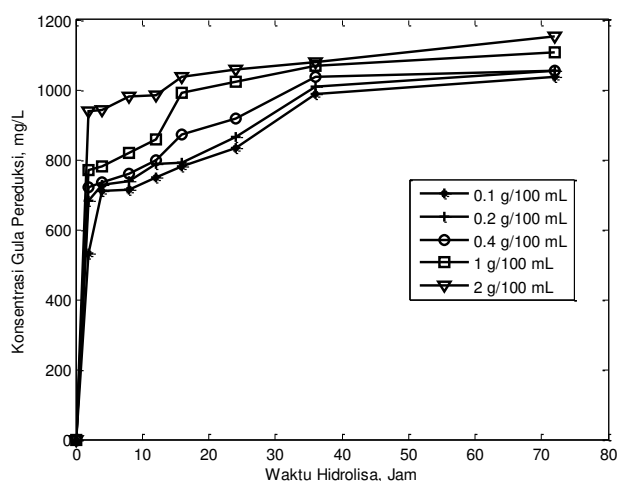
## Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah sebagai berikut:

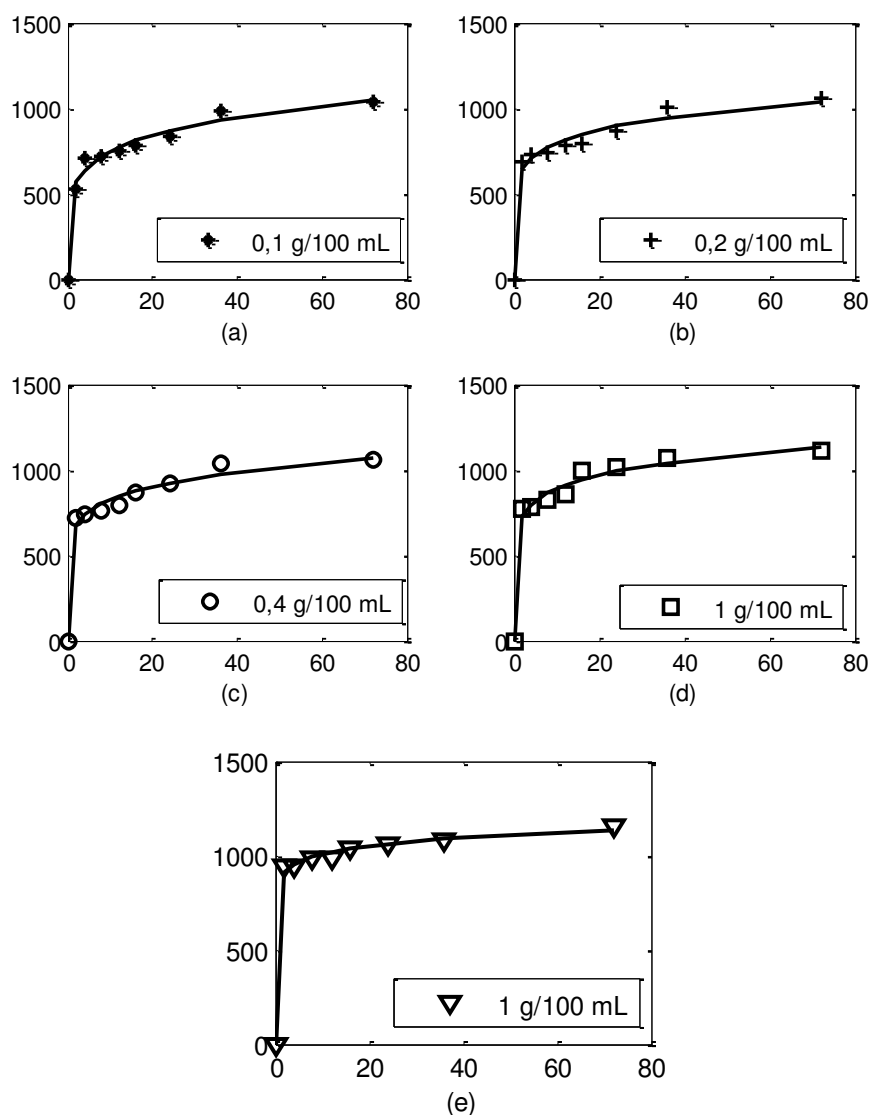
1. Sabut Kelapa dicuci dan dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari sampai kering kemudian dipotong.
2. Sabut kelapa kemudian digiling sampai halus dan diayak sampai lolos 200 mesh.
3. Delignifikasi dilakukan dengan menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi 1,5% b/b dan suhu 105°C selama 60 menit. Konsentrasi slurry yang digunakan 15% b/v dan volume cairan 350 mL.
4. Kemudian padatan disaring lalu dicuci menggunakan larutan NaOH 1 M sampai pH filtrat 4,8. Filtrat pertama diuji terhadap kandungan gulapereduksi. Percobaan ini akan dilakukan tiga kali untuk triplikasi.
5. Dilakukan variasi 0,1; 0,2; 0,4; 1,2 dan 2 gram sabut kelapa dan 0,6 mL enzim dalam volume total 100 mL. Hidrolisa menggunakan erlenmeyer 250 mL. pH awal dibuat 4,8 dengan buffer sitrat. Untuk menghindari kontaminasi mikroorganisme, ditambahkan antibiotik 4μL/mL tetracycline. Selanjutnya campuran diinkubasi 3 hari pada suhu 50°C di inkubator shaker dengan kecepatan putar 150 rpm. Sampel diambil sebanyak 1,5 ml setiap 2, 4, 8, 12 16, 24, 36, 72 jam. Reaksi enzimatis dihentikan dengan pemanasan pada 100°C selama 5 menit. Kemudian dilakukan filtrasi menggunakan membran 0,45μm dan dilakukan dua kali pencucian. Filtratnya digunakan untuk analisa gula pereduksi. Cake yang tertinggal kemudian dikeringkan pada suhu 105°C sampai tercapai berat yang konstan dan dianalisa kandungan lignin serta selulosanya.

## Hasil dan Pembahasan

Gambar 2 menunjukkan hasil percobaan yaitu gula pereduksi sebagai fungsi waktu untuk berbagai variasi hidrolisa (gram sabut kelapa per 100 mL). Data percobaan kemudian dimodelkan dengan model kuasa  $P = a \times t^b$  dimana  $P$  adalah produk yang dihasilkan (mg/L),  $t$  adalah waktu reaksi sedangkan  $a$  dan  $b$  adalah parameter empiris (Agustriyanto and Fatmawati, 2014). Tabel 2 menunjukkan parameter empiris yang diperoleh, sedangkan Gambar 3 menampilkan plot model kuasa bersama-sama dengan data hasil percobaan untuk berbagai variasi sabut kelapa.



Gambar 2. Profil Gula Pereduksi



Gambar 3. Profil Gula Pereduksi (mg/L) vs Waktu Hidrolisa dari Hasil Percobaan dan Plot Model untuk Berbagai Konsentrasi Sabut Kelapa

**Tabel 2.** Parameter model kuasa

Konsentrasi Substrat (g/100 mL)	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R-square</i>
0,1	502,6	0,1715	0,9834
0,2	582,0	0,1355	0,9827
0,4	614,5	0,1284	0,9867
1,0	672,8	0,1216	0,9873
2,0	874,0	0,06046	0,9976

Seperti ditunjukkan pada Tabel 2, parameter *a* dan *b* menunjukkan konsistensi dimana nilai parameter *a* naik sedangkan nilai parameter *b* cenderung turun dengan kenaikan konsentrasi substrat. Nilai  $R^2$  untuk tiap konsentrasi substrat mendekati 1 yang menunjukkan bahwa model kuasa cocok untuk digunakan.

Gambar 3 menampilkan data yang merupakan rata-rata dari 3 kali pengukuran (triplikasi) konsentrasi gula pereduksi (mg/L) terhadap waktu hidrolisa (jam). Kemudian plot model kuasa juga ditampilkan untuk menunjukkan kesesuaian model kuasa yang diperoleh dengan data percobaan. Tampak bahwa model yang digunakan cukup memuaskan.

### Kesimpulan

Kelakuan hidrolisa enzimatis kulit /sabut kelapa dengan delignifikasi asam sebagai fungsi waktu untuk berbagai berat awal sabut kelapa telah dilakukan. Hasil hidrolisa yang berupa gula pereduksi kemudian dimodelkan sebagai model kuasa terhadap waktu. Model kuasa memberikan hasil yang memuaskan dan bermanfaat dalam menentukan kinetika hidrolisa sabut kelapa.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada DIKTI dan Universitas Surabaya yang telah memberi kesempatan kami untuk melakukan penelitian melalui Hibah Fundamental 2015.

### Daftar Pustaka

- Agustriyanto R, Fatmawati A, and Liasari Y. Study of Enzymatic Hydrolysis of Dilute Acid Pretreated Coconut Husk. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis* 2012, 7 (2): 137-141.
- Agustriyanto R and Fatmawati A. Pemodelan Batch Hidrolisa Enzimatis Sabut Kelapa dengan Pengolahan Awal Larutan Basa. In: Seminar Nasional Teknoin 2014, 22 November 2014, Yogyakarta.
- Agustriyanto R and Fatmawati A. Perbandingan Model Kinetika Hidrolisa Enzimatis Sabut Kelapa. In: Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan 2015, 18 Maret 2015, Yogyakarta
- Chaturvedi V, Verma P. An Overview of Key Pretreatment Processes Employed for Bioconversion of Lignocellulosic Biomass into Biofuels and Value Added Products. *Biotech* 2014, 3(5): 415-431.
- Fatmawati A, Agustriyanto R and Liasari Y. Enzymatic Hydrolysis of Alkaline Pretreated Coconut Coir. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis* 2013, 8 (1): 34-39.
- Fatmawati A, and Agustriyanto R. Michaelis-Menten Kinetic Parameters of Coconut Coir Enzymatic Hydrolysis. *Modern Applied Science* 2015, 9 (7): 29-35.
- Kim KH, Tucker M, Nguyen Q. Conversion of Bark-Rich Biomass Mixture into Fermentable Sugar by Two-Stage Dilute Acid-Catalyzed Hydrolysis. *Bioresour Technol.* 2005, 96: 1249-1255.
- Rajan A, Senan R C, Pavithran C, Abraham T E. Biosoftening of Coir Fiber Using Selected Microorganisms, *Bioprocess Biosystem Engineering* 2005, 28: 165-173.
- Sun Y, Cheng J. Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: a Review. *Bioresour Technol.* 2002, 83: 1-11.



## **Lembar Tanya Jawab**

**Moderator : Y. Deddy Hermawan (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

**Notulen : Andri Perdana (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Wibowo  
Pertanyaan : Bagaimana Kondisi sabut kelapa dan hasil optimum?  
Jawaban : Random sampel dari pedagang pasar. Kelapa tua, dan hasil santan. (parutan kelapa)
2. Penanya : Deddy Hermawan UPN "Veteran" Yogyakarta  
Pertanyaan : Bagaimana pretreatme, kondisi keasaman, padatan, dan alat?  
Jawaban : 1,5% Asam, slurry 15% berat volum, 100 ml larutan. Auto-clave, tanpa pengadukan, reaksi hidrolisa enzimatis digoyang 150 rpm